



TITLE:

CeBi_ $<1-x>$ Te $_x$ とSmB $_6$ の中性子
散乱実験(VII. 格子系および電子-フ
ォノン相互作用,価数揺動状態の総
合的研究,科研費研究会報告)

AUTHOR(S):

遠藤, 康夫

CITATION:

遠藤, 康夫. CeBi_ $<1-x>$ Te $_x$ とSmB $_6$ の中性子散乱実験(VII. 格子系および電子-フォノン相互作用,価数揺動状態の総合的研究,科研費研究会報告). 物性研究 1984, 42(6): 84-86

ISSUE DATE:

1984-09-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/91417>

RIGHT:

CeB_{1-x}Tex と SmB₆ の中性子散乱実験 東北大理 遠藤康夫

§1 序

以前より我々の身近な所で行われていた興味深い研究がこの荷教授動を示す稀土類磁性の問題です。我々がとりあげた題材は次の点で中性子散乱研究として興味があります。

CeB₂, CeSb は強い p-f 混成の影響で異常に異方性の強い系でその上近藤効果のからんだ複雑な性質を示す：とよく知られております。さて中性子散乱研究の題材としては特に CeSb に見られる温度-磁場面上に展開される奇妙な磁気相図があります。CeB₂ の方がもっと単純ですが、この違いも微妙な結晶場の違いで説明されておりますがそれ程説得力が乏しい。磁場をかけた時に見られる Incommensurate 相も、いろいろ模型が出されておりますが、その成因について実際には模型程簡単ではないうと考えられる。さて CeB_{1-x}Tex は今 Grenoble に滞在中の世良君の学位論文の研究成果の一部でとりあげられたものです。p-f 混成の影響が Fermi 面に出るホール数に大きく依存するという理論的予測との関連で B₂ に Te を混ぜることにより、ホールを埋めていく効果と実験的に丁度いいくらい研究で大変興味深い思い。世良君が中性子回折研究には要するほどの単結晶を作って呉れようとしたので去年夏に Start しました。まだ実験としては、研究の標準を決める為の予備実験の域を出ませんがどのような点と目標にしているか又はどんなことが出来るかについて紹介してみたいと思います。

SmB₆ は以前横谷先生が Wigner 結晶の存在を示唆されて以来ずっと興味が持っています。一次元金属（二次元）では起り易い“電子超格子”が構造的に異方性の高い SmB₆ でも理直に電子超格子があれば大変なことでは我々を驚かせることになり得ます。ところで Sm も B も中性子散乱研究にとっては困りものの元素でとてもこの点では中性子散乱実験は出来ない。より吸収の小さい同位元素を使わなければなりません。非常に高価な同位元素から成る極めて純度の単結晶を成長させるということが可能になって始めて出来る研究です。そこで Oak Ridge National Laboratory の Moon, Smith 両氏と横谷先生、国井氏と協力して予定よりも小さいがこれに極めて純度の ¹⁵⁴SmB₆ の単結晶をつくらせることが出来た。直径 5mm の紫色に輝く“宝石”というべきだ。世間とあんな驚かせるような結果は出ていませんが、この2倍の直径の単結晶が出来れば、極めて興味深い仕事が出来るという自信が持てましたので、今迄に行なって来た仕事を報告して、何故2倍の直径の“宝石”が出来るかを述べることになります。

§2 CeB_{1-x}Tex (x = 0.05, 0.075, 0.1)

中性子回折実験は、電気抵抗 ρ, 歪率 Δε/ε, 磁化 M の実験を基にして決められた磁気相図から、x = 0.05, 0.075, 0.1 について磁気秩序相の決

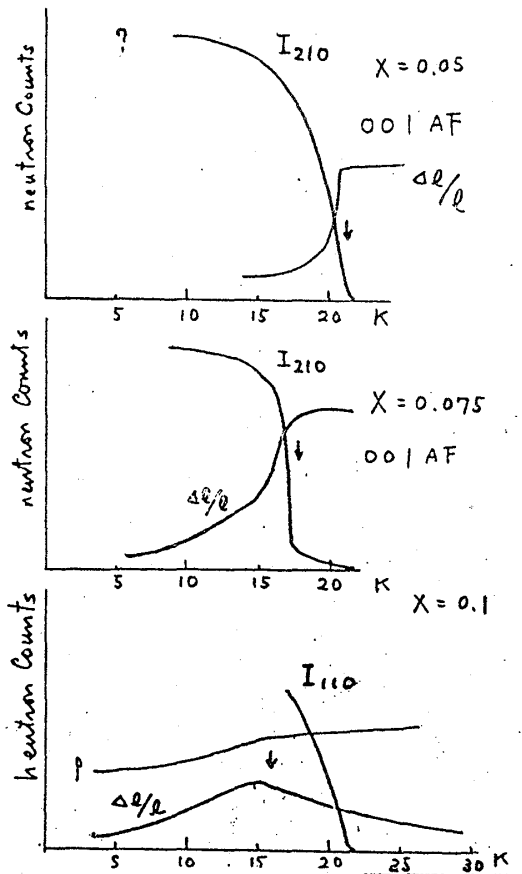
定と目的にて、居り零磁場の測定を行つた。

実験を始める前の予測では T_c の増加を経て、ホール数が減つて、調和 $\uparrow \downarrow$ (001) 交強磁性相が低温側にシフトし、磁気モーメントの多い局を含む複雑な磁気相 ($\uparrow \downarrow 0$, 交強磁性・パラ相) の出現の期待があった。

$X = 0.05, 0.075$ の 2 試料は共に $\uparrow \downarrow$ 交強磁性の相を見付けられ、各々 T_N は 21.5 K と 17.5 K にあり、これらのネール点、静電物理性測定の結果とよく一致するが、最初の予測とは違つて単純な (001) 交強磁性秩序相が広い温度範囲で安定化している。

ところが $X = 0.1$ の試料では T_N が約 23 K 迄再び上昇する。この温度付近には電気抵抗、歪測定の結果も著しく異常は見られる。したがって $X = 0.1$ ではこれらの静電物理性の温度変化は $X < 0.1$ の試料とはかなり違つて、低温での変化量は小さい。磁気秩序も今のところ不完全であるが (001) 交強磁性相の相模出されてゐる。

これだけの結果から先と見違ふのは少々冒險ではあるが、いわゆる T_c が CeB_6 に對して perturbation 的に振舞う濃度というものが 10% 以内であると考へてよいと思われる。即ち Ce ioni の廻りの $Pnictide$ の $1/4$ 位 $1/2$ 位の Bi から Te へ遷移した状態ではかなり局所的にも電子構造が変化してゐる新しい「構造」と基にとつて考へざるを得ないのではなからうか。最近世田谷の手紙からもこのことを予想される実験結果が出版ことを知らせてくれた。従つて我々は典型的な CeB_6 の延長として考へられる $X = 0.05$ 、新しい系として考へられる $X = 0.1$ に焦点を絞つて、磁場 ($H \leq 50 \text{ koe}$) 中の相図の研究を続ける予定である。



中性子回折による交強磁性・非強磁性の温度変化。

$X = 0.05, 0.075$ の試料の $\Delta\theta/\theta$ の測定から推測した T_N と一致する。対し $X = 0.1$ の T_N は推測より非常に高い。

§ 3. SmB_6

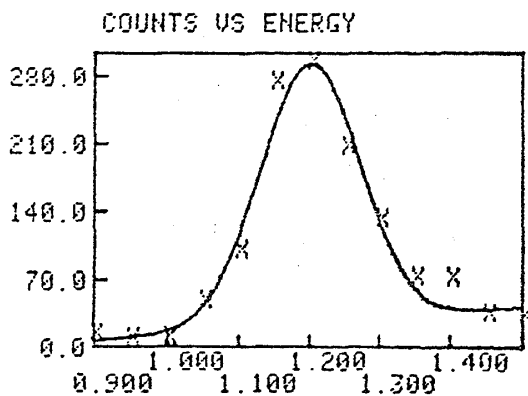
$^{154}\text{SmB}_6$ の単結晶 (5 mm 中) の非弾性散乱を行つて、低温におけるバンドギャップを導くと思われてゐる数々の特性 (電気抵抗, 比熱, NMR) の異常の直接的検証を目的としてゐる。

非弾性散乱の測定には充分形状の大きな (棒状) 単結晶が必要であるが、 ^{154}Sm の同位

元素の価格と考ふと限界がある。そこで我々は
今回成長が可能となった単結晶で一試みだけ
のことが出来る。又定常中子散乱研究を可
する為、どれだけの量が必要かを推測する為の予
備的な実験を行った。

実験は ORNL に一週間滞在した間に
Acoustic phonon の測定を室温に於て行
われた。

右の写真は Geiger counter にセッされた
 $^{154}\text{Sm}^{11}\text{B}_6$ の単結晶で散乱面が (011) 面
に於けるような配向にてゐる。下の図は室温に
おける非弾性スペクトルの一例である。

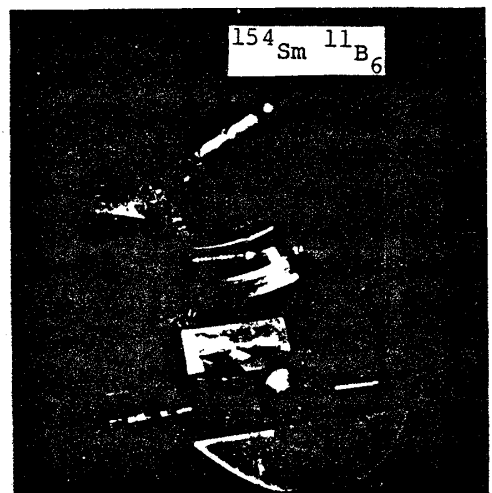


[4, 0.15, 0] の Q-一定の
スペクトル, 単位は THz
1 THz ~ 4.2 meV.

ビームの collimation を例えれば今の 60' と 20' にすると強度の減少は

$$\left(\sqrt{\frac{20}{60}}\right)^4 = \frac{1}{9}, \quad 10' \text{ にすると } \left(\sqrt{\frac{10}{60}}\right)^4 = \frac{1}{36}$$

と見られる。従って低温でこの実験を
全位置の散乱強度を定常分解能で得
る為には 20倍から 70倍程度の研
究の試料が必要とされる。もし直径 10 mm,
長さ 20 mm 程度の単結晶が得られれば、
この要求は満たされる。右の図は室温の
音響モードの格子振動の分散曲線
LaB₆ のそれと比べても、室温でソ
フト化の傾向がとらえてゐる。



$^{154}\text{Sm}^{11}\text{B}_6$ 単結晶の写真

(gonio meter の矢印

の部分を、垂直軸は (110)

方向に於けることゝなる)

この結果から低温における γ の実験に
は要する量と推定すると次の如くなる。

$$n_{4K} / n_{295K} = \frac{1 + e^{\epsilon_{ph}/kT}}{1 + e^{\epsilon_{ph}/kT_{295}}} \sim \frac{1}{2.2}$$

又今分解能は $\sim 60'$ で測定してゐるが
電子の帯利バンド内での γ の散乱の
線中の測定は分解能は $\sim 10'$ であり
20' の γ の散乱は増え、全ての γ の

